

ANALISIS PENGARUH BIJI KARET TERHADAP KUAT TEKAN BETON

Fadhila Firdausa¹, Raja Marpaung², Sri Rezki Artini³, Annadiyah Farah Diba⁴, Vicky Wisma Ria⁵, Arista Widya Iryani⁶

^{1,2,3,4,5,6}*Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Sriwijaya, Jl. Srijaya Negara Bukit Besar Kota Palembang
Email: fadhilafirdausa@polsri.ac.id*

ABSTRAK

Perkembangan teknologi konstruksi telah mencapai masa peduli terhadap lingkungan. Banyak hal yang telah dikembangkan untuk mendukung konstruksi yang ramah lingkungan. Hal ini bisa dimulai dari penggunaan campuran bahan alam kedalam campuran bahan konstruksi. Beton merupakan bahan konstruksi yang sering digunakan di Indonesia, mengingat dari kemudahan, harga, dan keawetan. Seiring perkembangan zaman beton telah mengalami banyak kemajuan salah satunya dalam penyusunan campuran pembuat beton dan untuk mendukung beton yang ramah lingkungan maka digunakan campuran bahan alam sebagai pengganti salah satu material penyusun beton. Sumatera Selatan merupakan salah satu provinsi dipulau sumatera yang memiliki perkebunan karet yang melimpah. Jumlah dari perkebunan karet yang sangat banyak membuat limbah karet semakin banyak salah satunya biji karet. Oleh karena itu diperlukan pengolahan limbah biji karet agar mengurangi jumlah limbah biji karet dan dapat digunakan untuk menaikkan ekonomi masyarakat sekitar. Karet sendiri memiliki banyak keuntungan dalam bidang industri. Dalam pemanfaatannya karet telah banyak digunakan, namun belum ada yang menggunakan biji karet sebagai bahan substitusi agregat kasar dalam penyusunan beton tanpa bahan kimia lainnya. Oleh karena itu penelitian ini akan membahas mengenai campuran biji karet sebagai substitusi agregat kasar. Bahan yang digunakan untuk membuat beton adalah semen portland tipe I, agregat kasar dan halus dari daerah Tanjung Raja, dan biji karet yang digunakan adalah dari daerah Sembawa. Substitusi agregat kasar menggunakan campuran biji karet sebesar 5%, 10%, 15% dan 20% yang diuji selama umur beton 7 hari, 14 hari dan 28 hari. Kuat tekan dari substitusi biji karet dengan persentase 5% menunjukkan nilai kuat tekan paling besar yaitu sebesar 19,33 MPa. Dari hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa semakin besar penggunaan biji karet maka kuat tekan semakin menurun.

Kata Kunci : Teknologi Konstruksi, Ramah Lingkungan, Biji Karet, Kuat Tekan Beton

ABSTRACT

The development of technology construction has reached a period of caring for the environment. Many things been developed to support environmentally friendly construction. It can be started from the use of a mixture of natural ingredients into a mixture of construction materials. Concrete is a construction material that is often used in Indonesia, given its ease, price, and durability. Along with the development of the concrete periods has experienced many advances, one of which is in the drafting of a combined mix of making concrete, and to supporting environmentally friendly concrete, a mixture of natural materials are used as one of the making material of concrete. South Sumatra is one of the islands in Sumatra, which has an abundant plantation of rubber. The large number of rubber plantations makes rubber waste more and more, one of which is rubber seeds. Therefore it is necessary to treat rubber seed waste in order to reduce the amount of rubber seed waste and can be used to improve the economy of the surrounding community. The rubber itself has many advantages in the industrial field. Utilization of rubber has been widely used, but no one has used rubber seeds as an aggregate substitution material in making a concrete without other chemicals. Therefore this research will discuss the rubber seed mixture as a substitute for coarse aggregate. The material used to make concrete is portland type I cement, coarse and fine aggregate from the Tanjung Raja area, and the rubber seeds used are from the Sembawa area. Coarse aggregate substitution using a mixture of rubber seeds 5%, 10%, 15%, and 20% were tested during the age of concrete of 7 days, 14 days, and 28 days. The compressive strength of rubber seed substitution with a percentage of 5% shows the most significant compressive strength value of 19.33 Mpa. From the test results of this study it can be concluded that the greater the use of rubber seeds, the lower the compressive strength.

Keywords: technology construction, environmentally friendly, rubber seeds, concrete compressive strength

Corresponding Author

E-mail Address : fadhilafirdausa@polsri.ac.id

1. PENDAHULUAN

Sumatera Selatan merupakan salah satu penghasil karet terbesar di Indonesia hal ini disebabkan banyaknya perkebunan karet yang ada di Sumatera Selatan. Hal ini membuat limbah dari karet yaitu biji karet memiliki jumlah yang banyak. Oleh karena itu diperlukan cara untuk mengolah biji karet agar memiliki nilai guna, nilai ekonomis dan mengurangi jumlah limbah dari biji karet itu sendiri. Tanaman karet merupakan tanaman perkebunan yang bernilai ekonomis tinggi. Tanaman karet menghasilkan biji karet dalam jumlah banyak. Biji karet terdapat dalam setiap ruang buah. Jumlah biji berkisar tiga sampai enam sesuai dengan jumlah ruang. Ukuran biji besar dan memiliki kulit yang keras. Warnanya coklat kehitaman dengan bercak-bercak berpola yang khas. Sesuai dengan sifat dikotilnya, akar tanaman karet merupakan akar tunggang. Biji karet mempunyai bentuk ellipsoid dengan panjang 2,5cm sampai 3 cm. Biji karet terdiri dari 40-50% kulit yang keras berwarna coklat, 50-60% kernel yang berwarna putih kekuningan. Kandungan air dalam biji karet cukup besar. Kegunaan karet sendiri sangat banyak dalam dunia industri. Salah satunya penggunaan industri ban otomotif yang memiliki durasi penggunaan yang pendek sehingga menyebabkan produksi karet terus mengalami peningkatan. Karena produksi karet yang terus meningkat maka produksi limbah karet pun ikut meningkat. Sumatera Selatan merupakan salah satu provinsi penghasil karet terbesar di Sumatera. Besarnya produksi karet di Sumatera Selatan membuat pemanfaatan limbah karet sangatlah diperlukan untuk menekan laju pertumbuhan limbah. Oleh karena itu diperlukan kajian untuk mengolah limbah biji karet tersebut agar dapat mengurangi dampaknya terhadap lingkungan dan dapat meningkatkan nilai ekonomi dari biji karet tersebut.

Pada masa ini penggunaan beton dalam dunia konstruksi masih sangat tinggi. Beton merupakan campuran semen dan bahan dari alam yaitu air, pasir, dan kerikil. Dengan melihat perkembangan saat ini maka diperlukan bahan beton yang ramah lingkungan. Oleh karena itu diperlukan bahan pembuat beton yang berasal dari limbah agar beton menjadi beton ramah lingkungan namun memenuhi uji syarat kekuatan beton. Biji karet merupakan salah satu limbah karet yang akan digunakan sebagai bahan pengganti dari agregat kasar dalam campuran pembuatan beton. Diharapkan nantinya dengan penggunaan biji karet sebagai bahan pengganti agregat kasar dapat menjadi salah satu referensi untuk mengurangi limbah karet, menjadikan beton yang ramah lingkungan, dan aman digunakan sebagai bahan baku konstruksi.

Penelitian terdahulu mengenai penggunaan biji karet dan penggunaan bahan alam dapat dijelaskan seperti penelitian berikut: Kajian Eksperimental Penggunaan Limbah Biji Karet Sebagai Pengganti Agregat Kasar Pada Campuran Beton Ringan Kombinasi Pasir Tanjung Raja dan Conplast WP421 (Shela Yuhesti, 2014) Penelitian ini membahas mengenai pemanfaatan biji karet sebagai pengganti agregat kasar. Adapun material pasir yang digunakan yaitu material pasir Tanjung Raja dan menggunakan bahan tambahan Conplast WP421. Persentase agregat menggunakan biji karet yaitu dengan perbandingan 25%, 50%, dan 75%. Adapun benda uji yang akan diuji yaitu benda uji dengan umur 7 hari, 21 hari, dan 28 hari. Dari hasil pengujian didapatkan bahwa semakin banyak biji karet yang digunakan maka beton akan semakin ringan dan kuat tekan beton semakin menurun.

Penelitian terkait juga telah dilakukan dengan judul Pengaruh bahan tambahan Conplast WP421 terhadap kuat tekan beton cukup besar dimana hasil uji kuat tekan beton yang diberi bahan tambahan Conplast WP421 naik hingga 18,94%. Kajian Eksperimental Penggunaan Limbah Biji Karet Sebagai Pengganti Agregat Kasar Pada Campuran Beton Ringan Kombinasi Pasir Tulung Selapan dan Conplast WP421 (Evi Heriyani, 2014) Penelitian ini membahas mengenai pemanfaatan biji karet sebagai pengganti agregat kasar. Adapun material pasir yang digunakan yaitu material pasir Tulung Selapan dan menggunakan bahan tambahan Conplast WP421. Persentase agregat menggunakan biji karet yaitu dengan perbandingan 25%, 50%, dan 75%. Adapun benda uji yang akan diuji yaitu benda uji dengan umur 7 hari, 21 hari, dan 28 hari. Dari hasil pengujian didapatkan bahwa semakin sedikit penggunaan persentase biji karet kuat tekan semakin meningkat dan sebaliknya. Pengaruh bahan tambahan Conplast WP421 dan pasir Tulung Selapan terhadap kuat tekan beton cukup besar dimana hasil uji kuat tekan beton yang diberi bahan tambahan Conplast WP421 lebih besar dari pada kuat tekan beton normal. Pengaruh penggunaan pasir Tulung Selapan ini memiliki kandungan silika yang membuat berat beton bertambah dan kuat tekan meningkat.

Penelitian terkait juga telah dilakukan dengan judul Pemanfaatan Limbah Kelapa Sawit Sebagai Material Tambahan Beton (Gusni Vitri dan Hazmal Herman, 2019). Penelitian ini adalah penelitian Laboratorium menggunakan campuran bahan tambahan yang berasal dari limbah kelapa sawit. Limbah kelapa sawit cukup banyak terdapat di Provinsi Sumatera Barat karena pabrik kelapa sawit menyebar di Kabupaten Pasaman Barat. Limbah kelapa sawit yang digunakan adalah cangkang dari kelapa sawit, sebagai variasi dari agregat kasar dan limbah pembakaran cangkang kelapa sawit atau abu boiler sebagai variasi dari agregat halus. Material yang digunakan, akan diuji terlebih dahulu sesuai dengan ketentuan SNI beton dan akan dibuat komposisi adukan beton dengan kualitas mutu tepat 25 MPa. Hasil pemeriksaan uji laboratorium menyatakan bahwa karakteristik untuk agregat halus dan agregat kasar dapat digunakan karena memenuhi standar SNI. Begitupun dengan limbah kelapa sawit, didapatkan bahwa untuk analisa saringan, berat jenis, penyerapan telah memenuhi standar SNI sehingga dapat digunakan sebagai

pengganti agregat dengan jumlah tidak lebih dari 10% untuk abu boiler kelapa sawit dan tidak lebih dari 30% untuk cangkang kelapa sawit. Hasil Kuat Tekan Beton rata-rata pada hari ke7 dan hari ke-28 di dapatkan sebesar 21 Mpa, belum memenuhi estimasi awal kuat tekan yang diinginkan sebesar 25 MPa. Kata kunci: Abu Boiler Kelapa Sawit, Campuran Beton, Cangkang Kelapa Sawit, Mutu Beton

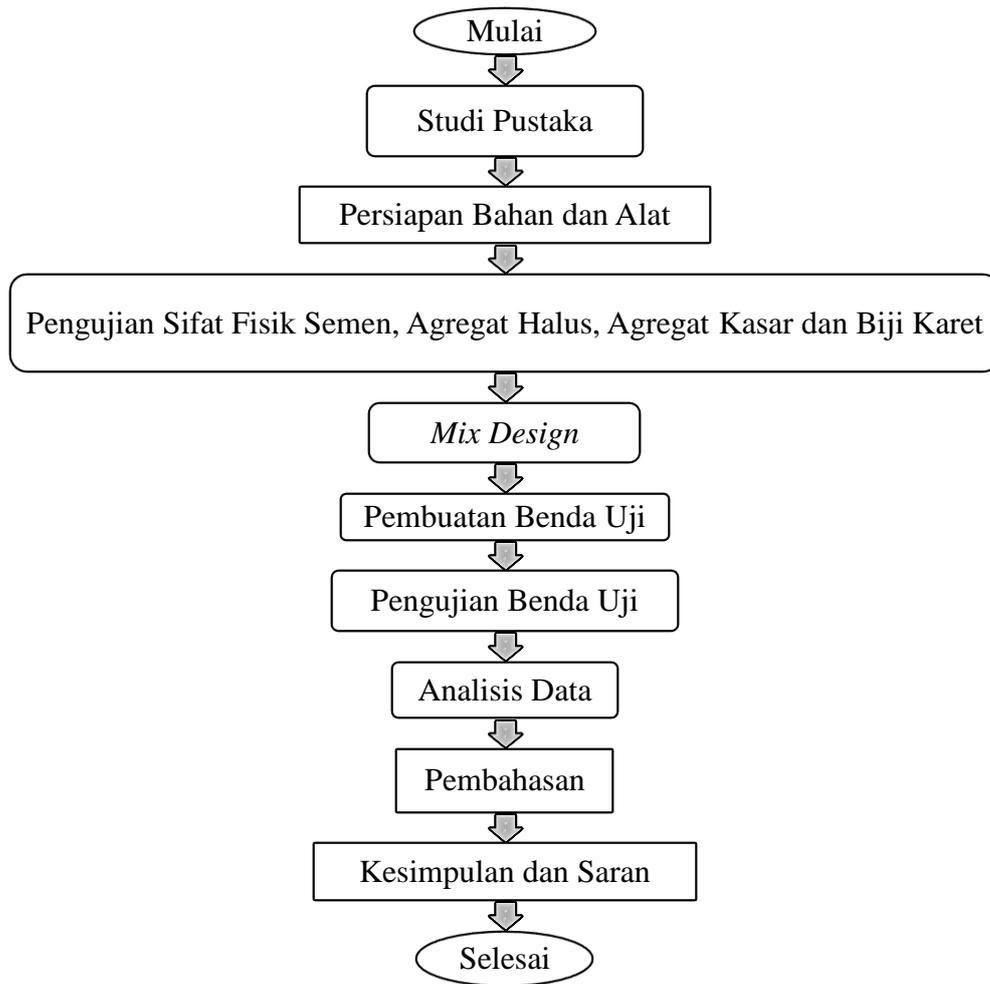
Penelitian terkait limbah juga dilakukan dengan judul Analisis Kuat Tekan Beton Menggunakan Substitusi Bahan Ramah Lingkungan (Andina Prima Putri, dkk., 2018) Penelitian ini dimaksudkan untuk mencari solusi untuk pengganti bahan – bahan beton yang semula dari alam beralih ke bahan limbah seperti cangkang kerang, abu sekam dan fly ash. Tujuan dari penelitian ini adalah mencari kuat tekan beton ramah lingkungan. Metode penelitian ini menggunakan SNI tata cara pembuatan rencana campuran beton normal kemudian beton diuji pada usia beton 7,14 dan 28 hari. Pada penelitian ini didapatkan bahwa semakin banyak campuran cangkang kerang maka kuat tekan beton semakin menurun. Kuat tekan beton terbesar ada pada campuran BUFC 2-1 dengan kuat tekan beton 23,9 MPa.

Penelitian terkait campuran limbah terhadap beton selanjutnya juga dilakukan oleh beberapa peneliti yaitu Pemanfaatan Limbah *Bottom Ash* Sebagai Substitusi Agregat Halus Dalam Pembuatan Beton (Zulmadi Darwis, dkk., 2015) . Hasil penelitian ini menyatakan beton tipe C yang memiliki kuat tekan terbesar yaitu campuran bottom ash sebagai pengganti agregat halus yang dicuci dan dikeringkan dengan oven selama 24 jam. Uji Eksperimental Kuat Tekan Beton Daur Ulang Dengan Bahan Tambah Abu Terbang (*Fly Ash*) Dan Sebuk Kaca Sebagai Substitusi Parsial Semen (Meri Apsari Punusingan, dkk., 2017) hasil penelitian ini variasi campuran 20% fly ash dan 5% serbuk kaca memiliki nilai kuat tekan yang optimum. Pembuatan Beton Dengan Campuran Limbah Plastik Dan Karakteristiknya (Yessi Rismayasari, dkk., 2012) hasil penelitian ini menunjukkan penambahan limbah plastik sebesar 4% memiliki nilai paling baik untuk uji kuat tekan, uji impact, dan uji konduktivitas thermal. Pembuatan Beton Ringan Berbasis Sampah Organik (Ety Jumiaty dan Masthura, 2018) hasil penelitian ini menghasilkan beton dengan kuat tekan optimum dengan komposisi sampah 25% volume dan resin lateks 12%. Pemanfaatan Limbah Keramik Terhadap Kuat Tekan Beton (Revisdah dan Ririn Utari, 2018) hasil penelitian menunjukkan kuat tekan optimum beton berada pada komposisi 14% limbah keramik. Inovasi *High Early Stength Concrete* Dengan Pemanfaatan Limbah Batu Granit, Cangkang Kerang dan *Fly Ash* (Wahyu Hudha Prasetya, dkk., 2019) hasil penelitian ini menunjukkan bahwa kuat tekan maksimum yang dihasilkan menggunakan komposisi kerikil 40% dan granit 60%. Pemanfaatan Limbah Industri *Mill Scale* dan *Sandblast* Sebagai Campuran Agregat Halus Dalam Pencampuran Beton (Siti Ulfah, dkk., 2017) hasil penelitian ini menunjukkan campuran *sandblast* 30% mendapatkan hasil kuat tekan tertinggi sebesar 25,26 MPa. Pemanfaatan Limbah Pecahan Keramik Sebagai Agregat Kasar Campuran Dan Pengaruhnya Terhadap Kuat Tekan Beton (Asmasi Suria, dkk., 2017) hasil pengujian didapatkan bahwa penggantian agregat kasar dengan pecahan keramik sebesar 40% memiliki kuat tekan maksimal sebesar 23,95 MPa. Studi Analisis Limbah Terak Besi Sebagai Pengganti Sebagian Agregat Halus pada Pembuatan Paving Block (Tetty Anggraeni, dkk., 2018) hasil penelitian didapatkan kuat tekan paving bloack tertinggi sebesar 335,28 Kg/cm² dengan komposisi semen : pasir : terak besi yaitu 1:3:3. Pemanfaatan Limbah *Gypsum Board* Dan Batu Bata Merah Untuk Substitusi Semen Pada Pembuatan Beton (Didik Hadi Prayogo, dkk., 2019) hasil penelitian ini menunjukkan kuat tekan tertinggi sebesar 250,56 kg/cm² dengan komposisi masing-masing 10% untuk bata merah dan *gypsum*. Pemanfaatan Limbah Plastik LDPE Sebagai Pengganti Agregat Untuk Pembuatan Paving Blok Beton (Budhi Indrawijaya, dkk., 2019) hasil penelitian menunjukkan penambahan 10% limbah plastik menghasilkan nilai kuat tekan terbesar.

Dari penelitian terdahulu diatas maka penelitian ini akan membahas mengenai penggunaan substitusi biji karet tanpa menggunakan bahan kimia tambahan dan besarnya persentase substitusi maksimal hanya sebesar 20%. Diharapkan melalui hasil penelitian ini dapat digunakan untuk memanfaatkan limbah biji karet yang ada dan untuk meningkatkan nilai ekonomi dan fungsi dari biji karet itu sendiri.

2. METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan pada penelitian ini mengacu pada diagram alir penelitian yang dapat dilihat pada gambar 1. Pengujian sifat fisik bahan dan pembuatan benda uji dilakukan di laboratorium Politeknik Negeri Sriwijaya Palembang. Adapun bagan alir metode penelitian dapat dilihat pada berikut :



Gambar 1. Bagan Alir Metode Penelitian

Limbah biji karet yang digunakan pada penelitian ini didapat dari daerah Sembawa Kabupaten Banyuasin Provinsi Sumatera Selatan. Semen yang digunakan adalah semen portlan tipe I. Agregat kasar yang digunakan mempunyai ukuran 1-2 yang didapat dari daerah Tanjung Raja Kabupaten Ogan Ilir Sumatera Selatan dan agregat halus yang digunakan didapat dari daerah Tanjung Raja Kabupaten Ogan Ilir Sumatera Selatan. Adapun variasi benda uji yang dibuat berdasarkan variasi persentase kombinasi biji karet yang disubstitusikan dengan agregat kasar dapat dilihat pada tabel 1:

Tabel 1. Variasi Pengujian Biji Karet

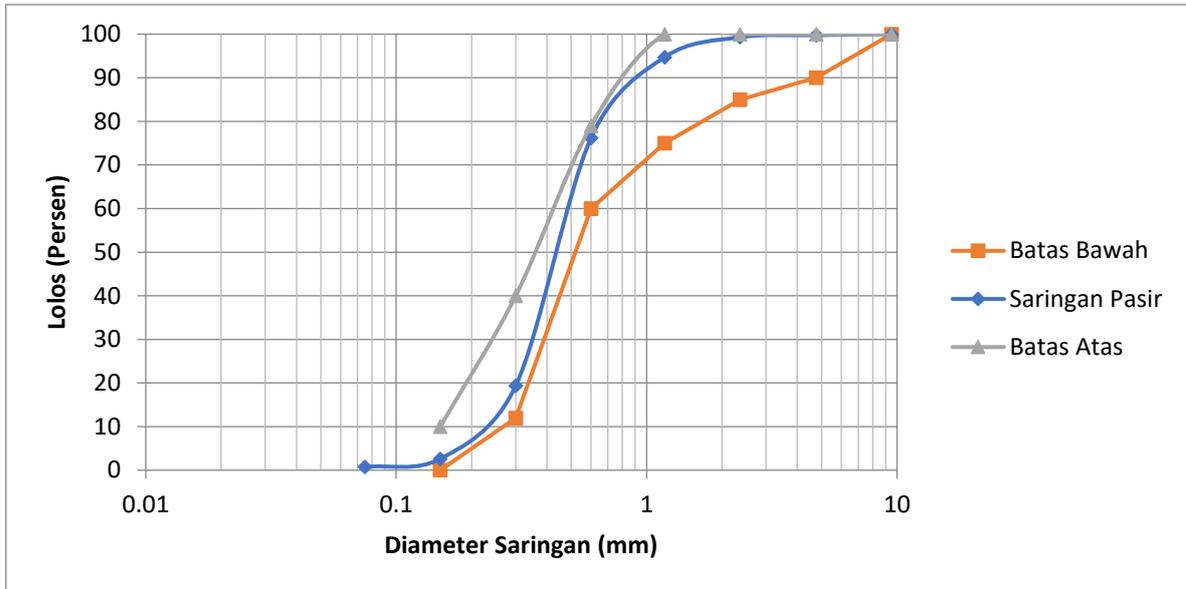
No.	Variasi	Umur (Hari)
1.	Normal	7,14,28
2.	5 % Biji Karet	7,14,28
3.	10% Biji Karet	7,14,28
4.	15% Biji Karet	7,14,28
5.	20% Biji Karet	7,14,28

3. HASIL PENGUJIAN SIFAT FISIK BAHAN

Semen yang digunakan adalah semen portland tipe I. Berdasarkan hasil pengujian konsistensi semen memenuhi syarat SNI 15-2049-2004 dengan penurunan sebesar 11 mm dengan kandungan air sebanyak 24%. Jumlah air tersebut telah memenuhi standar dimana jumlah air untuk mencapai konsistensi normal semen berkisar antara 22% - 28%. Pengujian waktu ikat semen membutuhkan waktu selama 104,5 menit dengan metode pengujian telah memenuhi syarat SNI 15-2049-2004. Pengujian berat jenis semen portland tipe I sebesar 3,09 gr/m³. Nilai berat

jenis semen tersebut telah memenuhi nilai standar. Adapun nilai standar untuk berat jenis semen yaitu sebesar 3,0 – 3,2 gr/m³.

Dari pengujian berat jenis bulk/density agregat kasar didapat nilai rata-rata 2,43 gr/m³ dan berat jenis Saturated Surface Dry (SSD) nilai rata-rata 250 gr/m³ berdasarkan SNI 03-1969-1990 nilai tersebut memenuhi standar nilai yang disyaratkan untuk berat jenis. Dari pengujian berat jenis bulk/density agregat halus didapat nilai rata-rata 2,15 gr/m³ dan berat jenis Saturated Surface Dry (SSD) nilai rata-rata 2,21 gr/m³ berdasarkan SNI 03-1970-1990 nilai tersebut memenuhi standar nilai yang disyaratkan untuk berat jenis. Berdasarkan SNI 03-1968-1990 didapatkan hasil analisis saringan agregat halus termasuk dalam zona 3 seperti gambar 1:



Gambar 1. Analisa Saringan Agregat Halus

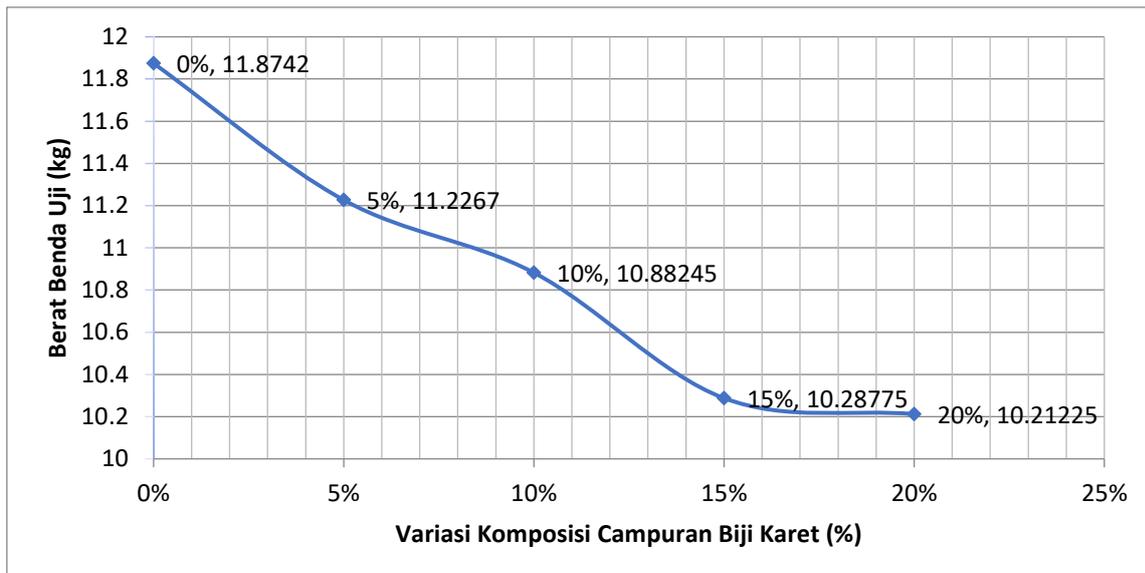
Setelah melakukan pengujian sifat fisik langkah selanjutnya adalah membuat benda uji berdasarkan SNI 03-2834-1993. Berikut merupakan gambar dari biji karet dari daerah Sembawa yang disubstitusikan kedalam agregat kasar dengan persentase 5%, 10%, 15% dan 20%.



Gambar 2. Biji Karet

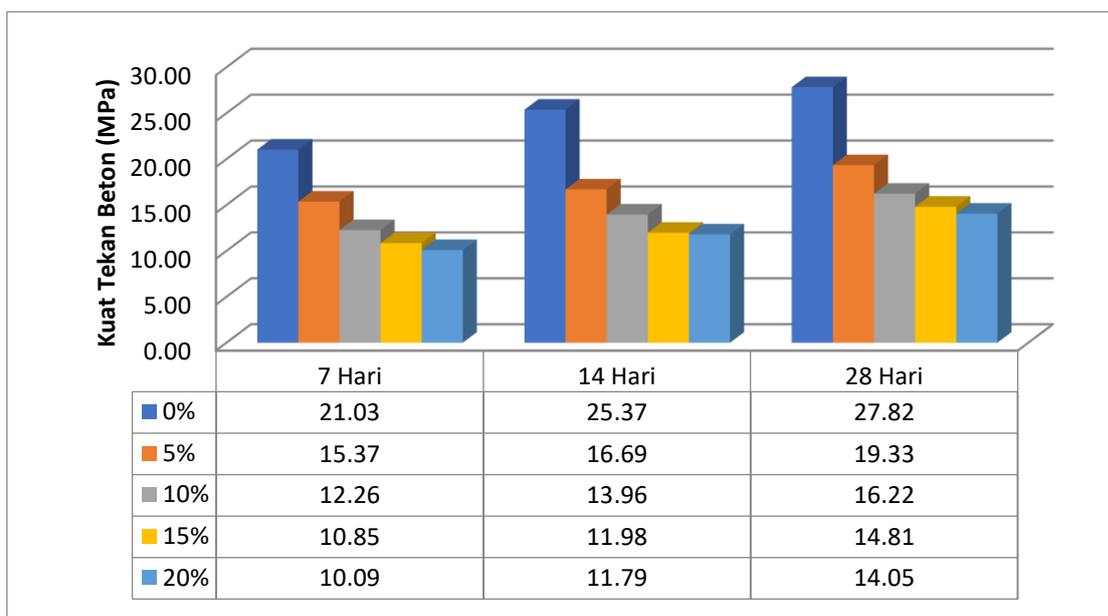
4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Benda uji setelah umur 28 hari ditimbang beratnya untuk mengetahui pengaruh biji karet terhadap berat beton. Hasil berat benda uji dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 3. Berat Benda Uji Terhadap Variasi Komposisi Campuran Biji Karet

Dari hasil berat benda uji terhadap variasi komposisi campuran biji karet maka dapat dilihat bahwa semakin besar komposisi campuran biji karet maka semakin ringan berat benda uji. Hal ini disebabkan komposisi biji karet lebih ringan karena memiliki rongga atau ruang kosong diantara kulit dan isi biji karet sehingga menyebabkan ruang dalam benda uji semakin besar.



Gambar 4. Grafik Kuat Tekan Beton Terhadap Umur Beton

Setelah umur benda uji selama 7 hari, 14 hari dan 28 hari dilakukan pengujian untuk mengetahui kuat tekannya sesuai standar SNI 03-1974-1990. Maksimal kuat tekan yang didapatkan yaitu untuk penggunaan biji karet sebagai substitusi agregat kasar hanya sebesar 5% dengan kuat tekan 15,37 MPa umur 7 hari, 16,69 MPa umur 14 hari, dan 19,33 MPa umur 28 hari. Untuk penambahan komposisi biji karet sebesar 10%, 15% dan 20% kuat tekan beton semakin menurun.

Dari hasil berat benda uji terhadap variasi komposisi campuran biji karet maka dapat dilihat bahwa semakin besar komposisi campuran biji karet maka semakin kecil kuat tekan beton. Hal ini disebabkan penambahan komposisi biji karet menyebabkan penambahan rongga pada benda uji serta bentuk biji karet yang tidak memiliki ruas seperti agregat kasar yang dapat berfungsi sebagai daya ikat semen. Untuk itu diperlukan penelitian lanjutan dengan kadar komposisi biji karet yang lebih sedikit dan dengan tambahan bahan kimia lainnya.

5. KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini adalah substitusi biji karet kedalam agregat kasar sebaiknya tidak boleh lebih dari 5% untuk mendapatkan hasil yang maksimal diperlukan penambahan bahan kimia lainnya. Dari hasil penelitian substitusi karet dapat digunakan untuk konstruksi untuk beton non struktur atau konstruksi yang menahan beban yang ringan.

DAFTAR PUSTAKA

- Anggraeni, T. dkk. (2018). "Studi Analisis Limbah Terak Besi Sebagai Pengganti Sebagian Agregat Halus Pada Pembuatan Paving Block". *Jurnal Wahana Teknik Sipil*. Vol. 23. 37-46.
- Darwis, Z. dkk. (2015). "Pemanfaatan Limbah Bottom Ash Sebagai Substitusi Agregat Halus Dalam Pembuatan Beton". *Jurnal Fondasi*. Vol. 4, 52-57.
- Heriyani, E. (2014). "Kajian Eksperimental Penggunaan Limbah Biji Karet Sebagai Pengganti Agregat Kasar Pada Campuran Beton Ringan Kombinasi Pasir Tulong Selapan Dan Conplast WP421". *Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan*, Vol. 2. 336-342.
- Indrawijaya, B. dkk. (2019). "Pemanfaatan Limbah Plastik LDPE Sebagai Pengganti Agregat Untuk Pembuatan Paving Blok Beton". *Jurnal Ilmiah Teknik Kimia UNPAM*. Vol. 3. 1-7.
- Jumiati, E. dan Masthura. (2018). "Pembuatan Beton Ringan Berbasis Sampah Organik". *Jurnal Ilmu Fisika dan Teknologi*. Vol. 2. 15-22.
- Prasetya, W. H. dkk. (2019). "Inovasi *High Early Strength Concrete* Dengan Pemanfaatan Limbah Batu Granit, Cangkang Kerang dan Fly Ash". *Jurnal Proyek Teknik Sipil*. Vol. 2. 24-30.
- Prayogo, D. H. dkk. (2019). "Pemanfaatan Limbah Gypsum Board Dan Batu Bata Merah Untuk Substitusi Semen Pada Pembuatan Beton". *Jurmateks*. Vol. 2. 333-342.
- Punusingon, M. A. dkk. (2019). "Uji Eksperimental Kuat Tekan Beton Daur Ulang Dengan Bahan Tambah Abu Terbang (Fly Ash) Dan Serbuk Kaca Sebagai Substitusi Parsial Semen". *Jurnal Sipil Statik*, Vol. 7, 57-66.
- Putri, A.P. dan Tobing, A.K. "Analisis Kuat Tekan Beton Menggunakan Substitusi Bahan Ramah Lingkungan". *Jurnal Kajian Teknik Sipil*, Vol. 3, 105-109.
- Revisdah, dan Utari, R. (2018). "Pemanfaatan Limbah Keramik Terhadap Kuat Tekan Beton". *Seminar Nasional Sains dan Teknologi 2018*, 17 Oktober 2018, 1-10.
- Rismayasari, Y. dkk.(2012). "Pembuatan Beton Dengan Campuran Limbah Plastik Dan Karakteristiknya". *Indonesian Journal of Applied Physics*. Vol. 2. 24-30.
- Suria, A. dkk. (2017). "Pemanfaatan Limbah Pecahan Keramik Agregat Kasar Campuran Dan Pengaruhnya Terhadap Kuat Tekan Beton". *Jurnal Umum Teknik Terapan*. Vol. 4. 16-24.
- Standar Nasional Indonesia 03-1968-1990. "Metode Pengujian Tentang Analisis Saringan Agregat Halus dan Kasar".Badan Standarisasi Nasional.
- Standar Nasional Indonesia 03-1969-1990. "Metode Pengujian Berat Jenis Agregat Kasar".Badan Standarisasi Nasional.
- Standar Nasional Indonesia 03-1970-1990. "Metode Pengujian Berat Jenis Agregat Halus".Badan Standarisasi Nasional.
- Standar Nasional Indonesia 03-2834-1993. "Tata Cara Rencana Pembuatan Campuran Beton Normal".Badan Standarisasi Nasional.
- Standar Nasional Indonesia 03-1974-1990. "Cara Uji Kuat Tekan Beton Dengan Benda Uji Silinder yang Dicitak".Badan Standarisasi Nasional.
- Standar Nasional Indonesia 15-2049-2004." Semen Portland". Badan Standarisasi Nasional.
- Ulfah, S. dkk. (2017). "Pemanfaatan Limbah Industri Mill Scale dan Scanblast Sebagai Campuran Agregat Halus Dalam Pencampuran Beton". *Jurnal Civitech Teknik Sipil Universitas Serang Raya*. Vol 1. 1-14.
- Vitri, G. Dan Herman, H. (2019). "Pemanfaatan Limbah Kelapa Sawit Sebagai Material Tambahan Beton". *Jurnal Teknik Sipil ITP*, Vol. 2, 78-87.
- Yuhesti, S. (2014). "Kajian Eksperimental Penggunaan Limbah Biji Karet Sebagai Pengganti Agregat Kasar Pada campuran Beton Ringan Kombinasi Pasir Tanjung Raja Dan Conplast WP421". *Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan*, Vol. 2, 434-444.